

Windmolenparken in het Belgisch deel van de Noordzee

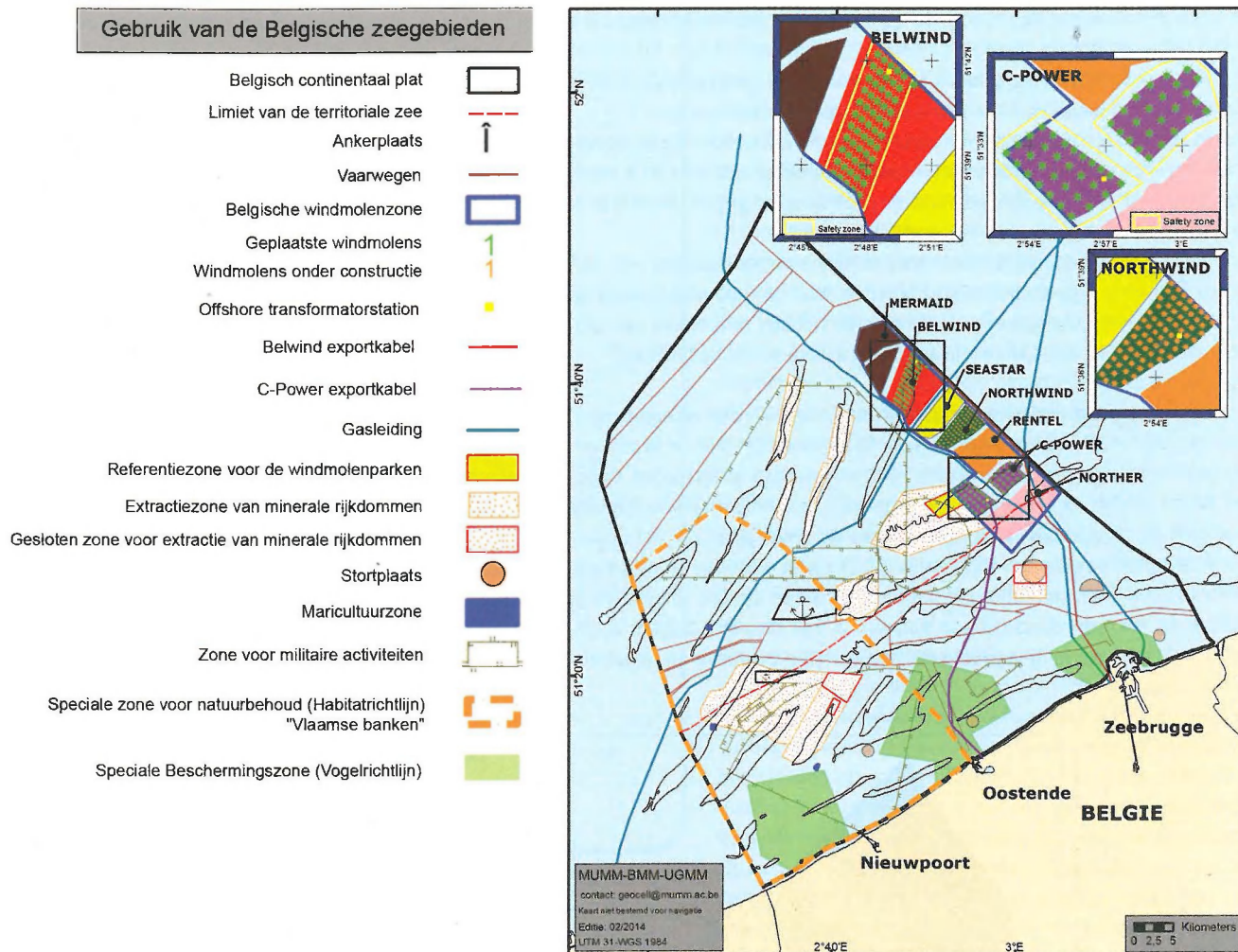
De ecologische effecten onder de loep

Robin Brabant, Steven Degraer & Bob Rumes

In 2004 heeft België een zone van 238 km² aangeduid in het Belgisch deel van de Noordzee (BDNZ), bestemd voor het opwekken van hernieuwbare energie uit wind, stroming en getijden (*Figuur 1*). Dit komt overeen met ongeveer 7% van het volledige BDNZ. In 2008 werden er de eerste windmolens gebouwd. Vandaag zijn twee parken operationeel, met name Belwind op de Bligh Bank (55 turbines) en C-Power op de Thorntonbank (54 turbines). Een derde park, Northwind op de Lodewijkbank (72 turbines), is in aanbouw en zal in de loop van dit jaar volledig operationeel worden. Over een aantal jaar zullen acht windmolenparken met samen ongeveer vijfhonderd windturbines energie opwekken. Deze windmolenparken op zee zullen dan goed zijn voor een bijdrage van 43% aan de Belgische 2020 doelstellingen inzake hernieuwbare energie. Maar wat zijn de ecologische effecten van deze groene stroom?



Zeekoeten met op de achtergrond het Belwind windmolenpark op de Bligh Bank. (foto: Johan Buckens)



Figuur 1. Kaart van het Belgisch deel van de Noordzee met aanduiding van de menselijke activiteiten. Een zone van 238 km² (donkerblauw) is aangeduid voor de productie van duurzame energie door het Koninklijk besluit van 17 mei 2004 (aangepast op 3 februari 2011). (bron: www.mumm.ac.be/EN/Management/Atlas)

Het is vanzelfsprekend dat de bouw en exploitatie van deze installaties op zee een effect hebben op het mariene ecosysteem. En dit effect kan variëren naargelang het vermogen van de geïnstalleerde turbines (voorlopig van 3 tot 6,15 MW), hun afmeting en het type fundering. De eerste zes windmolens van C-Power werden bijvoorbeeld gebouwd op betonnen structuren die ter plaatse worden gevuld met sediment ('gravity based foundations'), de andere C-Power turbines hebben stalen jacket funderingen. De turbines van Belwind en Northwind staan op stalen monopile funderingen. In de milieuvergunning van elk project wordt dan ook een monitoringprogramma opgenomen om de milieueffecten op te volgen. Deze monitoring is in eerste instantie een vinger aan de pols om de schaal van de effecten te kennen. Door echter ook te focussen op de achterliggende ecologische processen van vastgestelde effecten, kan het toekomstig Noordzeebeleid en -beheer beter ondersteund worden. De monitoring is een verantwoordelijkheid van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN). Hiervoor werkt het KBIN samen met andere instituten en studiebureaus met een specifieke expertise. Dit zijn met name het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), het Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), de onderzoeksgroep mariene biologie van de UGent, de onderzoeksgroep akoestiek van de UGent en de studiebureaus Grontmij Vlaanderen

en International Marine and Dredging Consultants (IMDC). In totaal zijn meer dan 40 wetenschappers betrokken bij de monitoring. Dit artikel, waarin we specifiek focussen op bodemfauna, zeezoogdieren, vissen en zeevogels, is een synthese van een uitgebreid monitoringsrapport (Degraer et al. 2013a).

Monitoring van ecologische effecten

Er zijn bij dit onderzoek twee types monitoring te onderscheiden: basismonitoring en gerichte monitoring. De basismonitoring gebeurt volgens het Before-After/Control-Impact principe (BACI principe). Voor verschillende aspecten van het marien milieu wordt nagegaan in welke mate de situatie veranderd is voor en na de bouw van de windmolenparken en wordt de vergelijking gemaakt tussen de situatie in het impactgebied en een referentiegebied. Dit gebeurt voor hydrodynamica en morfologie van de zeebodem, onderwatergeluid, macrobenthos (dit is de fauna die in de toplaag van het sediment leeft en groter is dan 1 mm; deze fauna heeft een cruciale rol in het marien voedselweb), epibenthos (dit zijn bodemdieren die op en in associatie met de bodem leven) en demersale vis (dit zijn vissen die dicht bij de zeebodem leven, zoals Tong en Pladijs), zeevogels en zeezoogdieren. Daarnaast gebeurt ook nog gericht onderzoek om de achterliggende ecologische processen van de impact te doorgronden. Een goed begrip van deze onderliggende processen is onontbeerlijk om wetenschappelijk gebaseerd advies te kunnen

geven tijdens de ontwikkeling van nieuwe windmolenparken met een minimale impact op het mariene milieu. Dit gericht onderzoek gebeurt aan de hand van op voorhand geselecteerde onderzoeksvragen. Voorbeelden hiervan zijn:

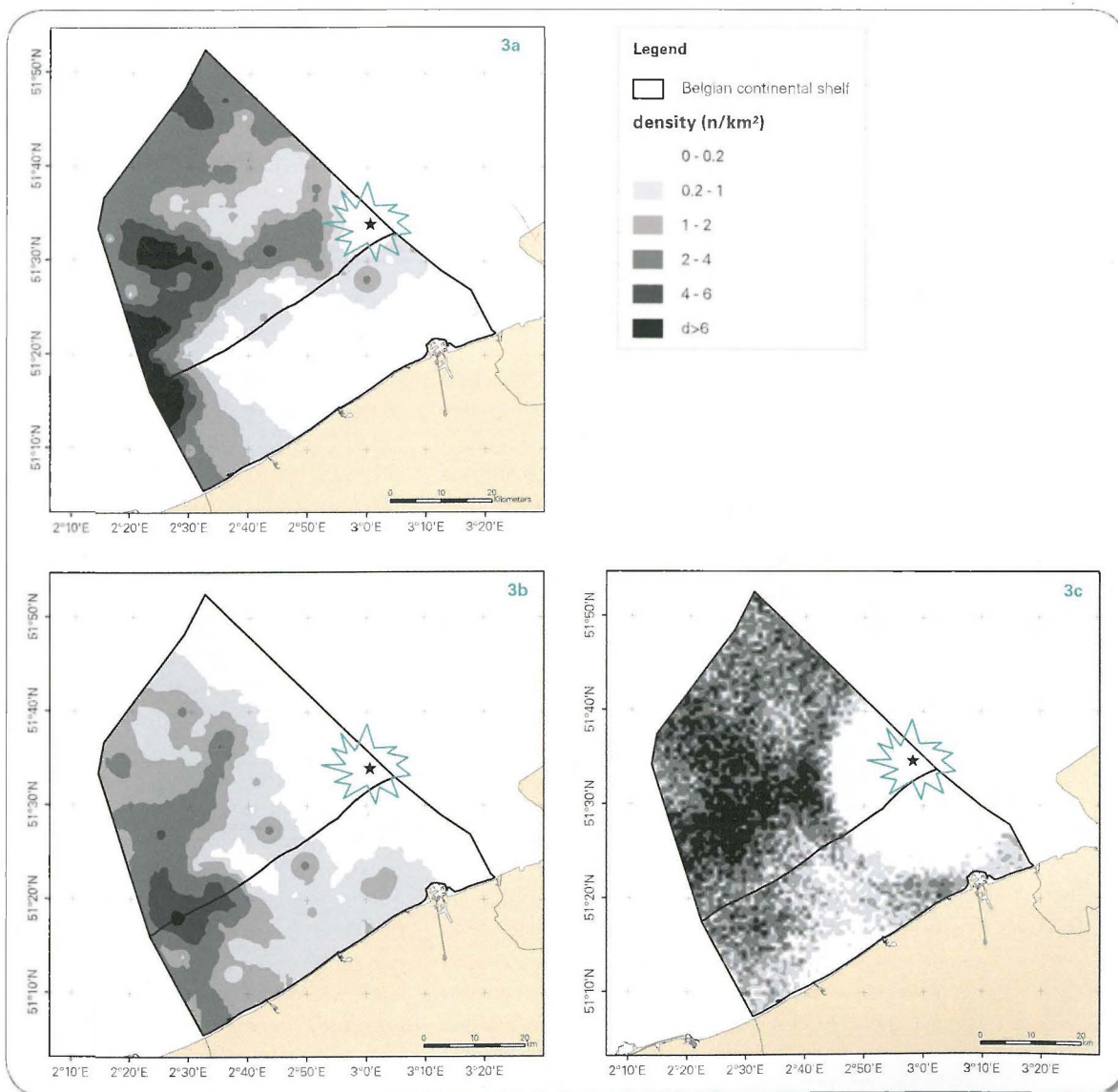
- Is er sprake van een ecologische valkuil voor vissen, zeevogels en Bruinvissen die aangetrokken worden tot de windmolens of komt dit die populaties ten goede, doordat ze er voedsel en beschutting vinden?
- Gaan Zilvermeeuwen en Kleine mantelmeeuwen, die aan de Belgische kust broeden, naar de windmolenparken op zee om er te foerageren en hebben ze hierdoor een grotere kans om in aanvaring te komen met de turbines?

Het onderzoek startte in 2005, toen werd de referentiesituatie (voor de impact) in kaart gebracht. Na de bouw van de eerste turbines in 2008 werden de impactstudies opgestart. Hoewel er nog maar een beperkt aantal windmolens stonden in het BDNZ tijdens de eerste jaren van het onderzoek, is het al duidelijk dat er zowel positieve als negatieve effecten zijn van windmolenparken op zee. Hierna volgt een overzicht van een aantal van de bevindingen, opgedeeld in wat volgens de perceptie positieve en negatieve

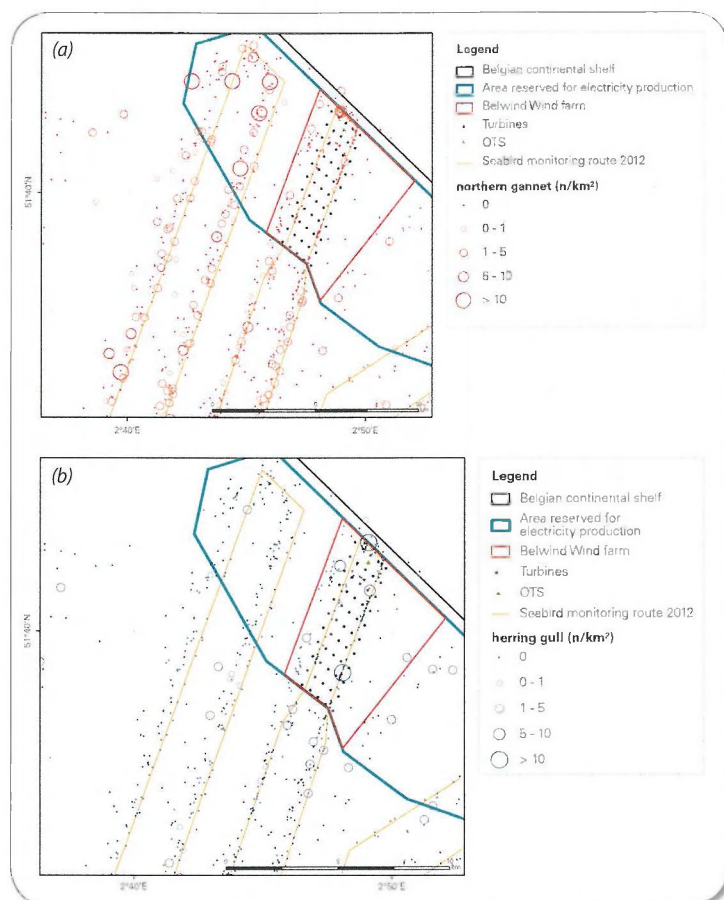
effecten zijn. In realiteit is deze opdeling vaak echter niet zo eenvoudig en is de situatie meestal een stuk genuanceerder.

Negatieve effecten: sedimentverstoring, geluid en aanvaringen van vogels

Tijdens de constructie van de turbines worden grote hoeveelheden sediment gebaggerd en gestort om de locaties geschikt te maken voor de funderingen en het leggen van de kabels. Gedetailleerde morfodynamische studies hebben aangetoond dat dit niet resulteerde in een significante toename van de turbiditeit (of de 'troebelheid', dit is een maat voor de hoeveelheid zwevende deeltjes in het water) in de waterkolom ter hoogte van de projectlocaties, hoewel er aanzienlijke verliezen van sediment (30 tot 35%) waren tijdens de bagger- en stortactiviteiten (Van den Eynde et al. 2013). Deze activiteiten zorgden wel voor substantiële verschillen in de macrobenthische gemeenschap in het impactgebied in vergelijking met een referentiegebied. Verdere opvolging toonde echter aan dat deze gemeenschap zich herstelde na de constructiewerken (Coates et al. 2013a).



Figuur 2. Gemodelleerde densiteiten van Bruinvissen (op basis van waarnemingen tijdens vliegtuigsurveys) voor (links), tijdens (linksonder) en na (rechtsonder) hei-activiteiten. Wanneer het heien start, verlaten Bruinvissen het gebied tot ongeveer 20 km van de hei-locatie (Haelters et al. 2013).



Figuur 3. Waargenomen dichtheden van Jan-van-Gent (a) en Zilvermeeuw (b) in het Belwind windmolenpark (Vanermen et al. 2013a).

Bij de constructie van monopile en jacket funderingen worden stalen buizen in de zeebodem geheid. Dit gaat gepaard met excessief onderwatergeluid. Bij het heien van monopiles werd een onderwatergeluidsniveau geproduceerd van 179 tot 194 dB re 1 μ Pa (zero to peak level op 750 meter afstand, een maat voor het maximale signaal op 750 meter van de geluidsbron). Dit onderwatergeluid is tot op een afstand van 70 km van de heillocatie waarneembaar (Norro et al. 2013). Dergelijk excessief onderwatergeluid zorgt voor een grote bezorgdheid over de effecten op zeezoogdieren en vissen. De Bruinvis, een kleine dolfinsoort die algemeen voorkomt bij ons (densiteiten tot 2,7 individuen/km²; Haelters et al. 2011), wordt ernstig verstoord bij heierken. Het geproduceerde onderwatergeluid zorgt ervoor dat Bruinvissen een gebied met een straal van 20 km rond de heillocatie gaan vermijden (Haelters et al. 2013). Dit werd vastgesteld tijdens tellingen aan boord van een vliegtuig die kort voor, tijdens en kort na het heien werden uitgevoerd (Figuur 2). Het onderwatergeluid heeft mogelijk ook een impact op vissen, viseieren en -larven. De blootstelling bij deze laatste twee is mogelijk nog hoger aangezien het passieve drifters zijn en ze het impactgebied bijgevolg niet actief kunnen verlaten. Dit alles zal in de toekomst verder onderzocht worden. In de milieuvergunning van een windmolenpark worden al een aantal voorwaarden opgelegd om de geluidsimpact van het heien te verminderen. Zo wordt bijvoorbeeld de kracht van de heislagen langzaam opgebouwd om de dieren de kans te geven om het gebied te verlaten. Toekomstig onderzoek zal mogelijk leiden tot nog meer mitigerende maatregelen.

Windmolenparken op zee kunnen verschillende negatieve effecten op vogels hebben: ze kunnen verstoord worden bij het foerageren en het rusten doordat hun habitat gewijzigd wordt, de windmolenparken kunnen een fysieke barrière vormen waar ze tijdens de migratie omheen moeten vliegen en ze kunnen in aanvaring komen met de turbines, met een verhoogde mortaliteit binnen de populatie tot gevolg. Maandelijks worden er zeevogeltellingen gedaan langs een vast traject in en rond de windmolenparken. Deze werden een aantal jaar voor de bouw van de parken opgestart om een goed idee te krijgen van de referentiesituatie. Door die te vergelijken met de huidige toestand ziet men in welke mate de verspreiding en dichtheden van de zeevogels gewijzigd is. De zeevogelgemeenschap op de Bligh Bank en de Thorntonbank is door hun verschillende afstand tot de kust anders, wat tot gevolg heeft dat er in de verschillende parken andere soorten worden geïmpacteerd. Zo vermijden Jan-van-Gent, Zeekoet en Alk het windmolenpark op de Bligh Bank volledig. Op de Thorntonbank is dit voorlopig enkel voor Stormmeeuw het geval. Andere soorten worden dan weer aangetrokken door de windmolenparken: Kleine mantelmeeuw en Zilvermeeuw op de Bligh Bank en Grote mantelmeeuw, Dwergmeeuw, Visdief en Grote stern op de Thorntonbank. Voor veel andere soorten is het momenteel nog onduidelijk wat het effect is (Vanermen et al. 2013a). Als voorbeeld worden in **Figuur 3a** en **3b** de dichtheden getoond van Jan-van-Gent en Zilvermeeuw in en rond het Belwind park op de Bligh bank. De eerste vertoont duidelijk vermijdingsgedrag, de andere wordt dan weer aangetrokken. Op basis van de waargenomen vogeldichtheden in de parken en wiskundige modellen wordt geschat dat er jaarlijks ongeveer 1.300 zeevogels in aanvaring zullen komen met een turbine, wanneer alle acht geplande windmolenparken operationeel zullen zijn. Dit zullen voornamelijk grote meeuwen zijn, aangezien zij het vaakst op rotorhoogte vliegen (15-22%) (Vanermen et al. 2013a). Onderzoek met een vogelradar in de windmolenparken zal in de toekomst een nog beter beeld geven van de eigenlijke flux van vogels door de parken tijdens verschillende tijdstippen en weersomstandigheden. Dit zal de resultaten van de aanvaringsmodellen verder verfijnen.



Steenbolken in de buurt van een windmolenfundering. (foto: KBIN/Alain Norro)

Positieve effecten: 'visreservaten' en nieuwe habitats

Het grootste positieve effect van de windmolenparken is zonder twijfel dat deze gebieden afgesloten zijn voor visserij. Hierdoor krijgt de zeebodem de kans om te herstellen van de jarenlange impact van bodemverstorende sleepnetvisserij. Dit zal platvis en andere fauna die in associatie met de bodem leven ten goede komen. Er zijn momenteel al indicaties van hogere aantallen en grotere individuen van bepaalde vissoorten en ongewervelden. Zo werd bijvoorbeeld vastgesteld dat de totale biomassa van epibenthos en de lichaamslengte van Wijting en Schar licht gestegen is in het windmolenpark op de Thorntonbank. In het windmolenpark op de Bligh Bank zijn de densiteit van Tong en Gewone zeester gestegen en werden ook een aantal grotere exemplaren van Pladijs en Tarbot gevangen. Het valt te verwachten dat deze effecten in de toekomst meer en meer uitgesproken zullen worden. De twee operationele parken zijn immers nog maar sinds eind 2010 (Belwind) en midden 2012 (C-Power) geïnstalleerd (Vandendriessche et al. 2013a).

De windmolenfunderingen (die uit staal of beton bestaan) vormen een nieuw habitat in een gebied met een voorheen vrijwel uitsluitend zandige zeebodem. Die funderingen worden snel begroeid door allerlei organismen, zoals zeepokken, anemonen, tweekleppigen, amphipoden, etc. Deze successie leidt tot een gemeenschap gedomineerd door de vlokreeftjes *Jassa herdmani*, de Orgelpijppoliep *Tubularia larynx*, de Penneschaft *T. Indivisa* en de Zeeanjelier *Metridium senile* (De Mesel et al. 2013). In het intergetijdengebied zijn een op twee van de

soorten van de harde substraten echter uitheems. De nieuwe artificiële harde substraten geven de kans aan uitheemse soorten om zich in de zuidelijke Noordzee te vestigen of, indien reeds aanwezig, hun positie te versterken. Het risico bestaat dat ze invasief worden. Of dit zo is blijft voorlopig een open vraag en zal verder opgevolgd worden (Degraer et al. 2013b). Bepaalde soorten vis, op zoek naar beschutting of voedsel, worden sterk aangetrokken tot de windmolenfunderingen. Kabeljauw en Steenbolk zijn daar de beste voorbeelden van. De vangst van deze soorten rond een windmolen was respectievelijk 12 en 30 keer hoger, in vergelijking met de vangst in de buurt van een scheepswrak, en zelfs tot honderd maal hoger in vergelijking met een referentiegebied in de buurt met enkel zandig substraat (Reubens et al. 2013).

Begrijpen van de onderliggende ecologische processen achter de vastgestelde effecten

Vaststellen dat bepaalde soorten vis aangetrokken worden tot de windmolenfunderingen is interessant, maar leert ons op zich weinig. Een verderzetting van het onderzoek aan de hand van maaganalyses, telemetriestudies (waarbij het gedrag van individuele vissen wordt gevolgd) onthulde veel meer. Zo bleek bijvoorbeeld dat vooral jonge individuen Kabeljauw en Steenbolk worden aangetrokken tot de funderingen van windmolens. Verder bleek dat 90% van de waargenomen Kabeljauw op minder dan 40 meter van de windmolenfundering bleef en dat ze 75% van de tijd in het



Betonnen gravitaire fundering van C-Power waarop twee kleurvariëteiten van Zeeanjelier *Metridium senile*, de witte kalkkokers van *Pomatoceros triqueter*, Gewone zeeappel *Psammechinus miliaris* en Gewone zeester *Asterias rubens* zichtbaar zijn. Het touw op de voorgrond is vooral begroeid door de mossel *Mytilus edulis*. (foto KBIN/Alain Norro)



Jan-van-Genten vermijden windmolenparken op zee quasi volledig. (foto: David Herman)

windmolenpark verbleven. Maaganalyses toonden dan weer aan dat deze soorten zich succesvol voeden met de organismen die op de funderingen groeien. Deze vissen zitten dus niet gevangen in een zogenaamde ecologische valkuil. Ze kunnen integendeel profiteren van de beschutting van de windmolenfunderingen en het beschikbare voedsel. Dit resulteert op lokale schaal tot extra biomassa bij deze populaties (Vandendriessche et al. 2013b).

Depositie van organisch materiaal afkomstig van de aangroei op de funderingen en gewijzigde stromingspatronen rond de funderingen zorgen voor een organische aanrijking van het omliggende zachte substraat en een vermindering in de korrelgrootte van het sediment in de omgeving van de funderingen. Als een gevolg hiervan evolueert de macrobenthosgemeenschap van een typische offshore gemeenschap naar een rijkere gemeenschap (met hogere densiteiten, biomassa en diversiteit), vergelijkbaar met wat wordt aangetroffen in de kustzone. Er komen ook typische hardsubstraatsoorten voor, een direct gevolg van de nabijheid van de windmolens. Deze effecten zijn voorlopig waarneembaar tot op 50 meter van de funderingen (Coates et al. 2013b). Het is mogelijk dat dit effect zich zal verderzetten, met een wijziging van de macrobenthische gemeenschap in de volledige windmolenzone. Er wordt opgevolgd hoe dit zich verder ontwikkelt.

Zoals eerder vermeld worden ook bepaalde vogelsoorten aangetrokken door de windmolenparken. Of dit komt door de fysische aanwezigheid van de windmolens, als rustplaats of als referentiepunt in de open omgeving, of doordat ze reeds kunnen profiteren van een hoger voedselaanbod, blijft voornamelijk onbeantwoord. Veel meeuwen worden rustend op de nieuwe structuren waargenomen, maar er zijn ook aanwijzingen dat zeevogels nu al profiteren van een hogere voedselbeschikbaarheid in het gebied. Zo is het percentage Drieteenmeeuwen dat actief foerageert in het windmolenpark op de Bligh bank nu al veel hoger in vergelijking met een referentiegebied in de buurt (5,9 % versus 0,3 %). Hoge aantallen Kleine mantelmeeuw werden foeragerend gezien in de buurt van de C-Power jacket-funderingen. Om deze

hypothetische link tussen een verhoogd voorkomen van prooi-soorten en hogere densiteiten zeevogels in de parken te ontrafelen, zal in de toekomst veel aandacht worden besteed aan het gedrag van zeevogels in de windmolenparken en aan het voorkomen van pelagisch vissoorten (Vanermen et al. 2013b).

Wat nu?

Er is de laatste jaren al veel kennis vergaard over de impact van offshore windmolenparken op het mariene ecosysteem. De meest negatieve effecten doen zich vooral voor tijdens de constructiefase. Tijdens de exploitatiefase zijn de effecten globaal genomen eerder neutraal en zelfs positief, al is verdere opvolging in de komende jaren zeker nodig om te zien hoe de waargenomen trends zich verder zullen ontwikkelen.

Aangezien er plannen zijn om ongeveer 530 windmolens te bouwen in het BDNZ en tot 14.000 in de volledige Noordzee, vormt de inschatting van de cumulatieve effecten de grote uitdaging voor de komende jaren. Het is immers niet ondenkbaar dat er op dergelijke schaal effecten zijn die op populatieniveau invloed kunnen hebben. Een voorbeeld hiervan is de aanvaring van grote meeuwensoorten met turbines. Wanneer we het geschatte aantal aanvaringen in het windmolenpark op de Bligh Bank extrapoleren naar een scenario met 10.000 turbines dan krijgen de populaties van Kleine en Grote mantelmeeuw te maken met respectievelijk 14,6 en 7,3% additionele mortaliteit, wat ver boven de aanvaardbare grens van 5% ligt (Degraer et al. 2013b). Deze extrapolatieoefening (op basis van een beperkte dataset) toont aan dat hoewel effecten op lokaal niveau verwaarloosbaar kunnen lijken, ze op schaal van heel de Noordzee toch significant kunnen zijn. Een grondige evaluatie van deze cumulatieve effecten zal een hoge mate van samenwerking vereisen tussen wetenschappers, beleidsmakers en projectontwikkelaars over de landsgrenzen heen.

Summary:

BRABANT R., DEGRAER S. & RUMES B. 2014. OFFSHORE WIND FARMS IN THE BELGIAN PART OF THE NORTH SEA – A CLOSER LOOK AT THE IMPACTS ON THE MARINE ENVIRONMENT. NATUUR.FOCUS 13(1): 4-10 [IN DUTCH].

Belgium has allocated a 238 km² zone in the Belgian part of the North Sea (BPNS) to offshore renewable energy production, for example offshore wind farms. At present 109 turbines are operational in the BPNS. In the next few years several hundreds of new turbines will be up and running. A monitoring is being conducted to assess the potential impacts on the marine environment. Although the number of wind turbines during the first six years of the research was relatively limited in the BPNS, some clear effects have been observed.

1. Higher numbers and larger individuals of certain benthic and demersal fish and invertebrates have been observed in the wind farms. These species seem to profit from the high food availability and the absence of fisheries in the farms.
2. The steel and concrete foundations of the wind turbines form a new habitat in a sandy sea bottom area. These foundations are overgrown very quickly by high numbers of benthic organisms. Many species are known to us from nearby rocky shores; others are exotic.

3. Some fish species, like Cod and Pouting, are strongly attracted to the foundations of the wind turbines. These fish mainly feed on organisms growing on the foundations.
4. Some bird species, like Northern Gannet, Common Guillemot and Razorbill, avoid the wind farms. Others, like Lesser Black-backed Gull, Common Tern and Sandwich Tern, are attracted to it. The high numbers of prey fish are probably causing this attraction. Collisions with wind turbines are of concern for bigger gulls like the Lesser Black-backed Gull.
5. The excessive under water noise during piling disturbs Harbour Porpoises, the only common cetacean in Belgian waters, up to a distance of 20 km. It is not yet clear if the Harbour Porpoises are attracted by the many prey fish near the wind farms, once the operational phase starts.

These results show that there are positive and negative effects of offshore wind farms. Future research should focus on the understanding of these effects so that we can optimally support the future policy and management. There is also a need to assess how these effects will evolve once all planned wind turbines in Belgium (ca. 530) and in the entire North Sea (ca. 14.000) will be installed. The assessment of the cumulative effects of all these wind turbines will be the biggest scientific challenge for the future monitoring.

AUTEURS:

Robin Brabant, Steven Degraer en Bob Rumes zijn werkzaam aan het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Operationele Directie Natuurlijk Milieu.

CONTACT:

Robin Brabant, KBIN, Gulledele 100, 1200 Brussel
e-mail: robin.brabant@mummi.ac.be

Referenties

Degraer S., Brabant R. & Rumes B. 2013a. Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Learning from the past to optimise future monitoring programmes. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD natural environments, Marine ecosystem management unit.

Haelters J., Kerckhof F., Jacques T.G. & Degraer S. 2011. The harbour porpoise *Phocoena phocoena* in the Belgian part of the North Sea: trends in abundance and distribution. Belgian Journal of Zoology. 141: 75-84.

Specifieke hoofdstukken in het overzichtsrapport van Degraer et al. 2013a:

Coates D., Van Hoey G., Reubens J., Vanden Eede S., De Maerschalck V., Vincx M. & Vanaverbeke J. 2013a. The macrobenthic community around an offshore wind farm. pp. 87-97.

Coates D., Deschutter Y., Vincx M. & Vanaverbeke J. 2013b. Macrobenthic enrichment around a gravity based foundation. pp. 141-151.

Degraer S., Kerckhof F., Reubens J., Vanermen N., De Mesel I., Rumes B., Stienen E.W.M., Vandendriessche S. & Vincx M. 2013b. Not necessarily all gold that shines: appropriate ecological context setting needed! pp. 175-181.

De Mesel I., Kerckhof F., Rumes B., Norro A., Houziaux J.-S. & Degraer S. 2013. Fouling community on the foundations of wind turbines and the surrounding scour protection. pp. 123-137.

Haelters J., Debussche E., Botteldooren D., Duliere V., Hostens K., Norro A., Vandendriessche S., Vigin L., Vincx M. & Degraer S. 2013. The effects of pile driving on marine mammals and fish in Belgian waters. pp. 71-77.

Norro A., Botteldooren D., Dekoninck L., Haelters J., Rumes B., Van Renterghem T. & Degraer S. 2013. Qualifying and quantifying offshore wind farm-generated noise. pp. 63-69.

Reubens J., Degraer S. & Vincx M. 2013. Offshore wind farms significantly alter fish community structure - Aggregation of Atlantic cod and pouting. pp. 115-121.

Van den Eynde D., Baeye M., Brabant R., Fettweis M., Francken F., Haerens P., Mathys M., Sas M. & Van Lancker V. 2013. All quiet on the sea bottom front? Lessons from the morphodynamic monitoring. pp. 35-47.

Vanermen N., Brabant R., Stienen E.W.M., Courtens W., Onkelinx T., Van de walle M., Verstraete H., Vigin L. & Degraer S. 2013a. Bird monitoring at the Belgian offshore wind farms: results after five years of impact assessment. pp. 49-61.

Vanermen N., Stienen E.W.M., Courtens W., Van de walle M. & Verstraete H. 2013b. Attraction of sea-birds. pp. 163-165.

Vandendriessche S., Derweduwen J. & Hostens K. 2013a. Between the turbines: soft substrate epibenthos and fish. pp. 99-113.

Vandendriessche S., Reubens J., Derweduwen J., Degraer S. & Vincx M. 2013b. Offshore wind farms as productive sites for fishes? pp. 153-161.

Dit artikel geeft een overzicht van een geïntegreerd rapport waaraan meer dan veertig collega wetenschappers meewerkten. Voor meer informatie over de afzonderlijke studies en de betrokken wetenschappers wordt verwezen naar het rapport dat beschikbaar is op www2.mummi.ac.be/winmonbe2013/report.php of op navraag bij de auteurs.

